

УДК 631.331: 330.34

DOI: 10.15587/1729-4061.2018.142023

# ЗАСТОСУВАННЯ НОВИХ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ СІВАЛОК ТОЧНОГО ВИСІВУ ЯК НАПРЯМОК РЕСУРСО- ЗБЕРЕЖЕННЯ

**А. І. Бойко**

Доктор технічних наук, професор\*

**П. С. Попик**Кандидат технічних наук,  
старший викладач\*

E-mail: GTP2005@i.ua

**Ю. А. Герасимчук**Кандидат технічних наук  
E-mail: m407@ukr.net**О. О. Банний**Кандидат технічних наук,  
старший викладач\*

E-mail: bannyu@nubip.edu.ua

**Н. А. Герасимчук**Доктор економічних наук, професор  
E-mail: 90999nag@gmail.com

\*Кафедра надійності техніки

Національний університет біоресурсів  
і природокористування України  
вул. Героїв Оборони, 15,  
м. Київ, Україна, 03041

Проведеними дослідженнями представлена можливість підвищення надійності виконання технологічного процесу дозування насіння, що впливає на результативність – витрати посівного матеріалу, шляхом введення в конструкцію висівного апарата дозатора направленої дії. Для проведення досліджень розроблено пневмомеханічний апарат з дозатором направленої дії. Присмоктуючі активні комірки дозатора, повертаючись змінюють своє положення з метою кращої орієнтації щодо дозованого насіння. Експериментальними дослідженнями підтверджено, що дозатор направленої дії за рахунок активних присмоктуючих комірок покращує умови дозування при висіві насіння. В результаті використання нового конструктивного рішення дозатора на 12 % підвищена точність виконання технологічного процесу формування регулярного однозернового потоку насіння. Розроблено методику експериментальних досліджень для встановлення і обчислень параметрів надійності виконання апаратом технологічного процесу висіву.

Встановлено закономірності появи пропусків і двійників в залежності від основних технологічних параметрів роботи висівного апарата: швидкості руху дозуючого елемента і ступеня розрідження у вакуумній камері. Дослідженнями виявлено, що насіння сої практично не утворюють двійників і ймовірність їх виникнення близька до нуля. Визначено значення стохастичних показників точності виконання технологічного процесу висіву, якими підтверджено переваги апарата з дозатором направленої дії в порівнянні з серійним.

Для оцінки ефективності роботи висівних апаратів доцільно використовувати комплексний показник ймовірності точності висіву, який включає ймовірність появи пропусків, ймовірність утворення двійників і ймовірність відхилення насіння від заданої точки висіву при практично відсутній інверсії.

В результаті використання нового конструктивного рішення дозатора, підвищена точність виконання технологічного процесу формування регулярного однозернового потоку. Ймовірність точності висіву дослідного апарата, як комплексний показник підвищення ефективності його використання, на 0,11 більше ніж у серійного

**Ключові слова:** пневмомеханічний висівний апарат, дозатор направленої дії, насіння, точний висів, ймовірність пропусків, ймовірність двійників, ймовірність точності висіву

## 1. Вступ

До останнього часу розвиток національного господарства відбувався переважно екстенсивним шляхом. Унаслідок цього для нарощування ресурсного потенціалу і забезпечення стабільних темпів зростання обсягів виробництва залучали дедалі більшу кількість додаткових сировинних ресурсів. В нових умовах господарювання відчутно посилюється дефіцит сировини тому ощадливе використання ресурсів повинно стати основним пріоритетом розвитку господарського комплексу. З ускладненням виробничих процесів і збільшення вартості використовуваного у процесі виробництва ресурсів, актуалізується питання стимулювання ощадного використання. Специфічні умови функціонування галузей агропромислового комплексу (АПК) певним чином обмежують динаміку,

обсяги ресурсних потоків, організацію та регулювання. Активізувати ці потоки можливо за рахунок ресурсозбереження на всіх стадіях виробничого процесу в аграрному секторі на основі побудови ресурсозберігаючих логістичних систем, що можна розглядати як перспективний напрям наукових досліджень.

Для вдосконалення технологій в землеробстві визначено чотири основні напрямки. Перший – застосування раціональних схем розміщення рослин, щоб найефективніше використовувати земельну площу і техніку, що дає можливість за допомогою біологічних особливостей рослин заощадити ресурси добрив та хімікатів. Другим напрямком є зменшення кількості агротехнічних прийомів на основі їх поєднання в комбінованих агрегатах, як, наприклад, сімба і внесення добрив, що вимагає оновлення парку сільськогосподарської техніки, але

в довгостроковій перспективі дає економію ресурсів і покращення екологічних параметрів. Третій, суміжним до другого, є потокове виконання операцій в межах окремих технологічних операцій, як, наприклад, збирання врожаю зернових, очищення полів від соломи, дискування і т. д.

І четвертим напрямком є застосування нових технологій у техніці та процесах, зокрема технології точного висіву.

В напрямку підвищення точності посіву проведена велика кількість досліджень і розроблено ряд перспективних апаратів. Отримані результати в певній мірі задовольняють агрономи на посів технічних культур, однак на сьогоднішній день не представляється можливим стверджувати, що проблема повністю вичерпана. Подальші дослідження в цьому напрямку залишаються актуальними, а їх позитивні результати відкривають перспективи економії не тільки посівного матеріалу, але також підвищення загальної врожайності культур.

## 2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Результатом останніх тенденцій розвитку посівних технологій і, відповідно, техніки для їх реалізації, стала потреба в нових конструктивних рішеннях висівних апаратів, направлених на підвищення точності їх роботи. Наукові рішення та конструкторські вдосконалення пневмомеханічного апарата були направлені на підвищення точності роботи пневмомеханічних висівних апаратів, а саме – на зміну форми присмоктуючої комірки висівного диску та зміну профілю скидання зайвих насінин [1, 2]. Запропоновані конструкційні рішення фактично вичерпали себе, в результаті чого й стало актуальним питання істотного удосконалення конструкції пневмомеханічного апарата для підвищення його технологічної надійності.

Проаналізовано конструкції та особливості будови висівних апаратів призначених для формування регулярного однозернового висіву насіння з метою створення апарата, який відповідав би сучасним вимогам до точності висіву [3]. Особлива увага приділена апаратам, які в своїх конструкціях включають елементи універсальності при захваті насінин різної форми.

В напрямі підвищення точності посіву проведено ряд досліджень [4–6]. В останні роки для посіву все більше використовуються сівалки точного висіву, які відповідають сучасним агрономам і дозволяють впроваджувати інтенсивні та ресурсозберігаючі технології при вирощуванні сільськогосподарських культур [7–9].

Вплив швидкості руху сівалки на якість (точність) виконання посіву вивчалось всебічно в дослідженнях різних авторів [10–12]. Можна вважати встановленим фактом, що зі збільшенням швидкості за 2 м/с точність виконання посіву суттєво знижується. Усунення вказаної закономірності можливо за рахунок удосконалення системи дозування висівного апарата. Особливо це важливо для сучасних умов ведення землеробства, коли спостерігається загальна тенденція збільшення продуктивності виконання робіт і скорочення їх строків.

Для розкриття максимального потенціалу культури необхідно застосовувати сівалку, яка б виконувала рівномірний розподіл насіння.

Пневмомеханічні апарати, робота над якими була розпочата в 30-ті роки минулого століття, задовільно справляються з висівом некаліброваного насіння і насіння, яке

має шорстку поверхню. До переваг пневмомеханічних апаратів слід віднести також їх високу універсальність, достатню простоту конструкції і надійність в роботі [13]. Однак слід зазначити, що в даних апаратах спостерігається не рівномірність розподілу насінин по довжині рядку. Вагомий науковий вклад в розвиток посівної техніки внесений авторами, що розглядали ймовірності та закономірності посіву в роботі [14, 15]. Основними недоліками в роботі дозуючих систем пневмомеханічних висівних апаратів є пропуски і утворення двійників, які з позиції надійності виконання технологічного процесу дозування насіння можуть бути кваліфіковані як відмови.

## 3. Ціль та задачі дослідження

Метою даного дослідження є підвищення точності висіву насіння просапних культур на прикладі використання висівного апарата з дозатором направленої дії.

Для досягнення поставленої мети сформульовано наступні задачі:

- виявити шляхи удосконалення пневмомеханічних висівних апаратів для підвищення точності висіву;
- визначити основні стохастичні показники роботи пневмомеханічних висівних апаратів: ймовірність утворення двійників, ймовірність виникнення пропусків, ймовірність точності висіву.

## 4. Матеріали та методи дослідження роботи пневмомеханічних висівних апаратів

### 4.1. Предмет дослідження, що використовується в експерименті

Основою сівалки точного висіву є висівний апарат, який повинен забезпечити безперебійний, однозерновий потік насіння в борозну при різних умовах використання.

Гіпотеза розробки висівного апарата з дозатором направленої дії полягає в створенні пневмомеханічного апарата з коміркою, що змінює своє положення для кращої своєї орієнтації відносно дозуючих насінин. Ідея розробки такого апарата полягає в підвищенні точності висіву.

Висівний апарат складається з вакуумної камери 1 (рис. 1, 2), до якої приєднано насіннєву камеру 2. Між камерами встановлено висівний диск 3.

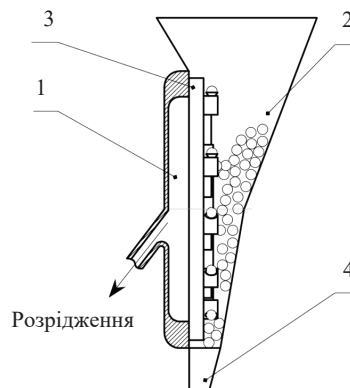


Рис. 1. Схема висівного пневмомеханічного апарата з дозатором направленої дії: 1 – вакуумна камера; 2 – насіннєва камера; 3 – висівний диск; 4 – насіннєпровід

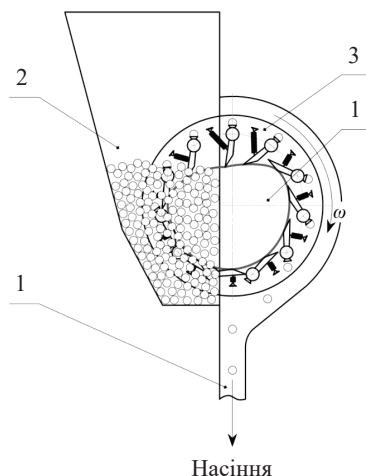


Рис. 2. Схема висівного пневмомеханічного апарата дозатором направленої дії (вид збоку): 1 — нерухомий копір; 2 — насіннева камера; 3 — висівний диск; 4 — насіннєпровід

Висівний диск 1 (рис. 3) представляє собою пластину, в якій по колу діаметром  $D$  виконано наскрізні свердлення, в які вмонтовані поворотні комірки 5 з важелями 3, кінці яких за допомогою пружин 4 притиснені до робочої поверхні копіра 2.

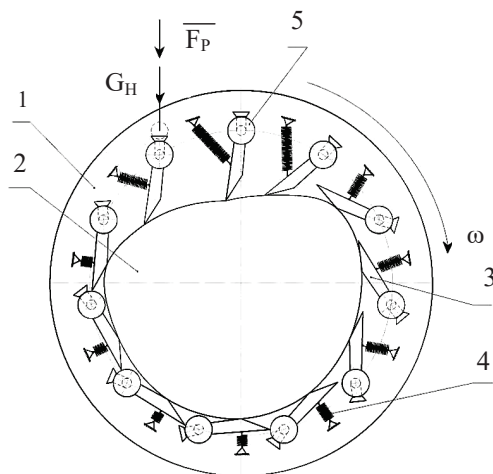


Рис. 3. Схема дозуючого диска з дозатором направленої дії: 1 — висівний диск; 2 — нерухомий копір; 3 — важіль; 4 — пружина; 5 — поворотна комірка

Кінці осьового свердлення А (рис. 4) і радіально-го свердлення Б поворотної комірки 1 співпадають. Свердлення Б мають конічні сопла 2. Поворотна комірка вмонтована в висівний диск 4 і фіксується стопорним кільцем 3.

Пневмомеханічний висівний апарат працює наступним чином. При роботі висівного апарата під дію зовнішнього джерела у вакуумній камері утворюється розрідження в межах 4,0...5,0 кПа. Розрідження передається по свердленнях до поворотної комірки.

За рахунок розрідження з насінневої камери до сопла поворотної комірки висівного диска присмоктується насіннина і обертається разом з висівним диском. При цьому поворотна комірка з насінною копією за рахунок важелів

робочу поверхню нерухомого копіра. Радіальне свердлення поворотної комірки буде перебувати у вертикальному положенні до тих пір, поки осьове свердлення поворотної комірки не вийде з площини вакуумної камери.

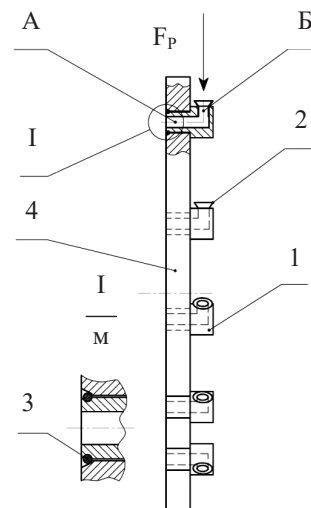


Рис. 4. Схема дозуючого диска з поворотними комірками (вид збоку): 1 — поворотна комірка; 2 — сопло поворотної комірки; 3 — стопорне кільце; 4 — висівний диск

Завдяки наявності нерухомого копіра та важелів поворотної комірки, радіальне свердлення займає вертикальне положення від моменту захвату насіннини з насінневої камери до моменту припинення дії на неї розрідження.

Насіннина за рахунок власної ваги потрапляє в насіннєпровід, а далі у сошник.

Передбачається, що внесені зміни в конструкцію апарата забезпечать найкращі умови захвату, утримання та виносу з маси насіння окремої насіннини з транспортуванням її до насіннєпроводу навіть при незначному розрідженні у вакуумній камері [16, 17].

Аналіз конструкцій апаратів передових світових виробників дав можливість відібрати найбільш раціональну схему апарата, що підлягає експериментальному дослідженню.

Особливістю висівного апарата сіялки Kleine Multi-corn SK-8 (Німеччина), є наявність ротора, що рухається в тому ж напрямку і з тією ж швидкістю, як і весь посівний агрегат. Таким чином, насіння потрапляє у ґрунт з лопати ротора практично при нульовій відносно землі швидкості. Завдяки цьому запобігається інерційне скочування насіння по насінневому ложу вздовж рядка.

Проведення експериментальних польових досліджень висівної секції обладнаної дозатором направленої дії потребує деяких її доопрацювань.

Доопрацювання передбачають лише введення в конструкцію висівного апарата сіялки Kleine Multicorn SK-8 дозатора з направленим вектором дії. Для цього достатньо замінити серійний висівний диск з периферійними комірками (рис. 5) у вигляді отворів необхідного діаметра і форми, на дозатор з активними комірками направленої дії (рис. 6). Заміна серійного висівного диска на експериментальний не потребує значних змін конструкції висівного апарата.

Дозатор направленої дії встановлюється на лопатевому роторі, що розміщений у корпусі вакуумної камери.



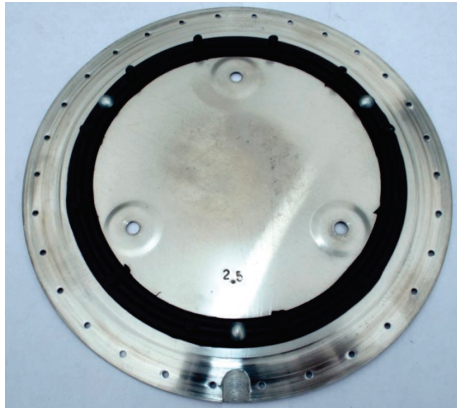


Рис. 5. Серійний висівний диск

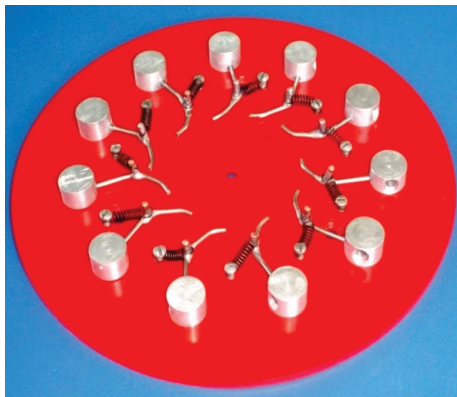


Рис. 6. Висівний диск з активними комірками направленої дії

Копір жорстко встановлюється в насіннєвій камері так, що його вісь співпадає з віссю обертання дозатора направленої дії.

Головними складовими елементами дозатора з активними комірками направленої дії є поворотна присмоктувача комірка з важелем (рис. 7) та копір (рис. 8).



Рис. 7. Присмоктувача комірка з важелем

Поворотна комірка має осьове та радіальне свердлення, які утворюють Г-подібний канал, в якому присутнє розрідження, що створює присмоктувачу силу. Початок радіального свердлення має конічної форми заглиблення, яке утворює комірку. Фіксується поворотна комірка на диску за допомогою штопорного кільця. Присмоктувача комірка за рахунок підпружиненого важеля копіює роботу поверхню нерухомого копіра.

В профіль копіра закладені раціональні значення кута орієнтації комірки  $\theta$  незалежно від зміни кута повороту висівного диска  $\varphi$  для всіх фаз роботи пневмомеханічного висівного апарата. Важливе практичне значення має правильна орієнтація комірки, що необхідна для надійного захвату насінини, транспортування, можливості скидання зайвих насінин відцентровою силою та скидання основної насінини у сошник.

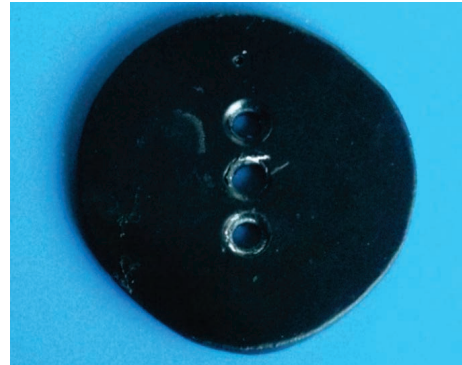


Рис. 8. Копір

Розділенню потоку насіння, що поступає з бункера до насіннєвої камери, сприяє спеціально встановлений в даному серійному висівному апараті лопатевий ротор, до якого гвинтами кріпиться висівний дозатор (рис. 9).

Встановлення дозатора направленої дії не вимагає змін форми і об'єму вакуумної камери. Доопрацюванню підлягає тільки насіннєва камера, в якій встановлюється нерухомий копір (рис. 10).

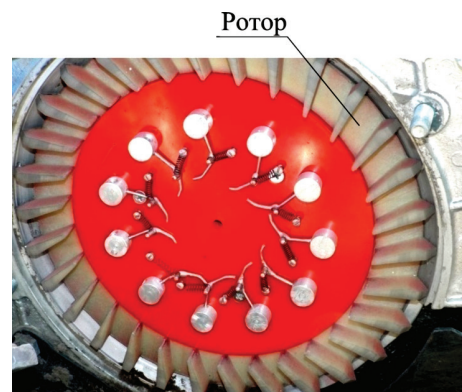


Рис. 9. Ротор висівного апарата сіялки Kleine Multicorn SK-8 з дозатором направленої дії



Рис. 10. Насіннєва камера сіялки Kleine Multicorn SK-8 з нерухомим копіром

Загальний вигляд доопрацьованої висівної секції з дозатором направленої дії представлено на рис. 11.



Рис. 11. Загальний вигляд дослідної висівної секції

Запропонована конструкція висівного апарата з дозатором направленої дії захищена Патентом України [18]. Ускладнення конструкції дозуючого елемента компенсується його універсальністю при використанні для висіву насіння різних культур та фракцій.

#### 4. 2. Методика проведення польових досліджень

Експериментальні дослідження проводяться згідно існуючих стандартів оцінки якості виконання висіву [19].

Польові дослідження проводяться при виконанні посівних робіт в реальних умовах експлуатації сівалки Kleine Multicorn SK-8, яка в агрегується з тракторами класу 1,4 та 2 кН.

Для проведення досліджень на сівалці одна з штатних посівних секцій замінюється на спеціально підготовлену експериментальну. Така заміна надає можливість порівняльної оцінки роботи серійної і експериментальної висівної секції в ідентичних умовах експлуатації [20].

Висів проводиться на заздалегідь підготовлений ділянку поля. Робоча швидкість агрегату вибирається виходячи з агротехнічних вимог до посіву в межах 5...9 км/год. Робоче розрідження, необхідне для висіву насіння різних культур і фракцій, встановлюється в межах від 2,5 до 5,5 кПа. Глибина загортання насіння вибирається на рівні 40...120 мм.

Вимір інтервалів між насінинами виконують за допомогою вимірювального інструмента (рулетки, лінійки). Після проведення висіву, відстані між насінинами вимірюються з точністю до 5 мм, а дані замірів заносяться в спеціальні таблиці, для подальшої статистичної обробки.

Якість виконання технологічного процесу висіву оцінюється по точності висіву уздовж рядка [21]. За показники якості приймаються показники надійності з урахуванням можливих пропусків і наявності двійників при подачі насіння до борозни.

#### 5. Результати досліджень пневмомеханічного висівного апарата з дозатором направленої дії

Від форми насінини і стану її поверхні, багато в чому залежить щільність контакту в спряженні між нею і поверхнею присмоктуючого отвору комірки дозуючого диска. Так як, форма комірки вибрана конічною, то найбільш щільним спряженням, що забезпечує максимальну величину присмоктуючої сили є насіння сої. Як і в більшості дражованого насіння, в неї форма найбільш наближена до сферичної, що дає у сукупності з конічною формою отвору комірки спряження практично по колу.

Результатами експериментальних досліджень пневмомеханічного апарата з дозатором направленої дії на точність виконання висіву встановлено зв'язок між швидкістю переміщення дозуючого елемента та ступенем розрідження у вакуумній камері.

Висів проводився в штатному режимі експлуатації сівалки при швидкості її руху  $V_c = 9$  км/год. і розрідженні у вакуумній камері  $P = 4$  кПа. В перерахунку швидкості руху сівалки на швидкість переміщення дозуючого диска маємо  $V_d = 0,4$  м/с.

На рис. 12 представлені залежності появи пропусків і двійників при висіві насіння сої.

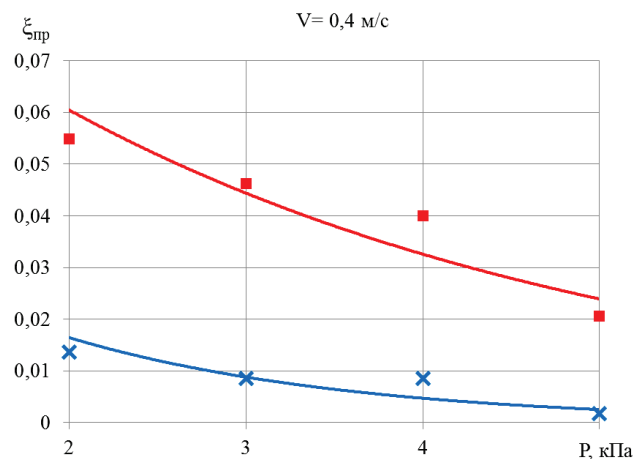


Рис. 12. Залежність ймовірності пропусків від ступеня розрідження у вакуумній камері: ■ — серійний висівний апарат; × — дослідний висівний апарат

Одним з важливих параметрів, що суттєво впливає на якість виконання дозування при відокремленні насіння з маси, є ступень розрідження у вакуумній камері. Дослідження впливу цього параметру на ймовірність пропусків показали, що зі збільшенням розрідження у вакуумній камері ймовірність пропусків зменшується. При чому, спостерігається нелінійний зв'язок між цими величинами з поступовим зменшенням впливу розрідження.

Залежність ймовірності двійників від ступеня розрідження у вакуумній камері представлена на рис. 13.

Як видно з графіків, вони мають протилежну залежність в порівнянні з ймовірностями пропусків (рис. 13). Тобто, при збільшенні розрідження ймовірності появи двійників теж збільшуються. Причому, дана закономірність характерна для серійного і дослідного апаратів. Залежності мають нелінійний характер з поступовим нарощуванням ймовірності двійників при підвищенні розрідження.

Результати досліджень у вигляді графічних залежностей зміни ймовірностей пропусків  $\xi_{пр}$  від швидкості переміщення дозуючого елемента  $V$  відносно маси насіння завантажувальної камери представлені на рис. 14.

Як видно з рисунку, всі графіки мають нелінійний характер. Характерним для них є збільшення ймовірності пропусків з підвищенням відносно швидкості руху дозуючого елемента.

Другим видом відмов пневмомеханічного апарата є поява двійників – одночасне присмоктування декількох насінин. При сталій величині розрідження ( $P = 4$  кПа) встановлені нелінійні залежності зміни ймовірності появи двійників від швидкості відносного переміщення дозуючої комірки (рис. 15).

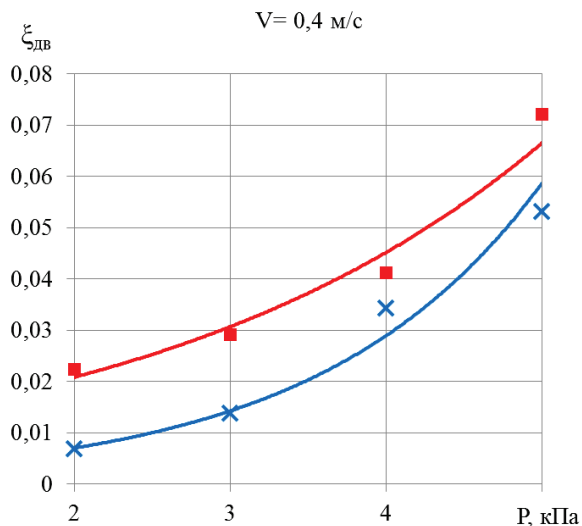


Рис. 13. Залежність ймовірності двійників від ступеня розрідження у вакуумній камері: ■ — серійний висівний апарат; × — дослідний висівний апарат

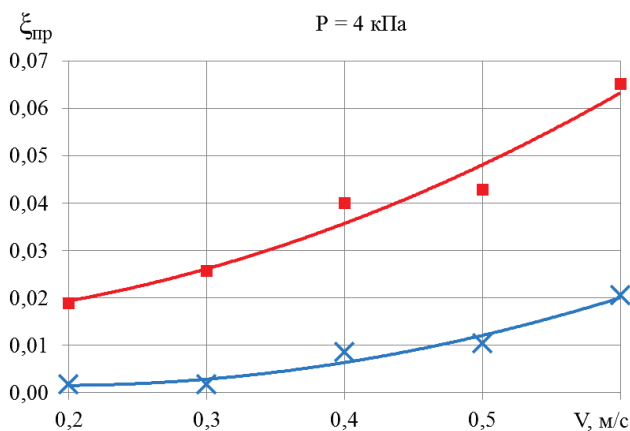


Рис. 14. Залежність утворення пропусків від швидкості переміщення дозуючого елемента: ■ — серійний висівний апарат; × — дослідний висівний апарат

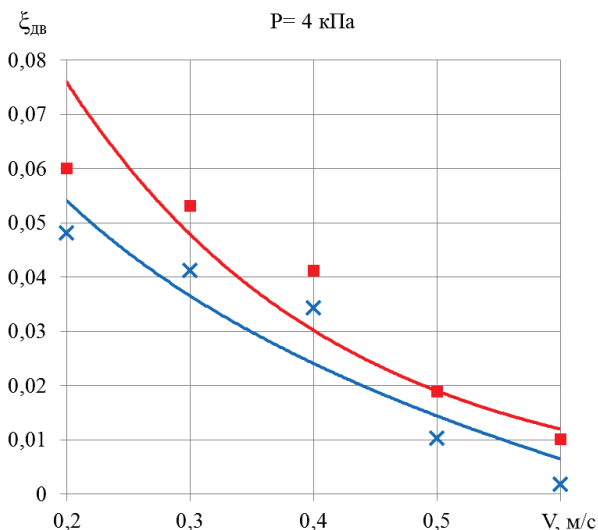


Рис. 15. Залежність утворення двійників від швидкості переміщення дозуючого елемента: ■ — серійний висівний апарат; × — дослідний висівний апарат

Як видно з графіку, залежності носять спадаючий нелінійний характер. Зі збільшенням швидкості ймовірності двійників зменшуються. Виходячи з цього, чим більше швидкість руху дозуючого елемента, тим більше ймовірність скидання зайвих насінин.

Виходячи з цих результатів, можна констатувати, що ефективність роботи дослідного висівного апарата з дозатором направленої дії обумовлена, насамперед, суттєвим зниженням ймовірності появи пропусків та двійників від 1,2 до 3,6 рази.

## 6. Обговорення результатів дослідження пневмомеханічного висівного апарата з дозатором направленої дії

Практична значущість одержаних результатів полягає у тому, що запропонований пневмомеханічний апарат точного висіву з дозатором направленої дії має не тільки більшу продуктивність та вищу якість у порівнянні з висівним апаратом-аналогом, але й забезпечує економію насіннєвого матеріалу.

Дослідивши функціонування висівних апаратів провідних виробників сіялок точного висіву, дозволяє стверджувати, що одержані результати мають сильні й слабкі місця в технологічному процесі висіву. Це означає, що врахування даного факту відкриває можливість подальшого удосконалення конструкцій сіялок точного висіву. На підставі цього запропоновано раціональне конструктивне рішення пневмомеханічного апарату точного висіву з дозатором направленої дії та основні проведені експериментальних досліджень.

Слід зазначити, що загальноприйняте поняття точності, яке ґрунтується на статистичній обробці даних, потребує уточнень для характеристики якості посіву. Відомо, що при оцінці посіву виникають великі значення коефіцієнта варіації, що скоріше характеризує неточність внаслідок інверсії розподілу насінин відносно передбачених місць їх знаходження. З метою врахування цього факту, що вносить неточності в оцінку при звичайному статистичному підході, в дослідженні справедливо вводиться обмеження у вигляді ймовірності попадання насінини в розраховане місце з обмеженим регламентованим відхиленням. Тоді точність висіву може характеризуватися добутком трьох ймовірностей:  $\xi_{пр}$  — ймовірність появи пропусків,  $\xi_{дв}$  — ймовірність появи двійників,  $\xi_{\{\eta \leq \pm h\}}$  — ймовірність відхилення положення насінин.

В позначеннях, прийнятих в даних дослідженнях, формула для визначення ймовірності точності висіву записується наступним чином:

$$\xi_t = (1 - \xi_{пр}) \cdot (1 - \xi_{дв}) \cdot \xi_{\{\eta \leq \pm h\}}, \quad (1)$$

де  $\xi_{\{\eta \leq \pm h\}}$  — ймовірність того, що відхилення дійсного положення висіяного насіння  $\eta$  від бажаного положення не перебільшить крок висіву  $h$ .

Крок висіву  $h$  задається згідно агротехнічних умов на висів, або може бути підрахований виходячи з встановленої норми висіву. Так чи інакше, бажані точки висіву (розташування насінин) можуть бути визначені як місця теоретичного ідеального їх положення у борозні. Відхилення від цього положення і дає розсіювання точок фактичного висіву навколо бажаного. Стохастичні харак-



теристики такого розсіювання, а значить і ймовірність  $\xi_{\{\eta \leq \pm h\}}$ , визначаються в експерименті.

Ймовірності  $\xi_{\text{пр}}$  і  $\xi_{\text{дв}}$  є характеристиками роботи висівного апарата, тому їх дані взяті з результатів лабораторних досліджень і представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Основні стохастичні показники роботи пневмомеханічних висівних апаратів

Висівний апарат	Показники роботи			
	Ймовірність пропусків	Ймовірність двійників	Ймовірність відхилення положення насінин	Ймовірність точності висіву
	$\xi_{\text{пр}}$	$\xi_{\text{дв}}$	$\xi_{\{\eta \leq \pm h\}}$	$\xi_{\text{т}}$
Серійний сівалки Kleine Multicorn SK-8	0,04	0,041	0,88	0,81
Дослідний з дозатором направленої дії	0,008	0,034	0,96	0,92

Ймовірність відхилення положення насінини від необхідного  $\xi_{\{\eta \leq \pm h\}}$  знаходиться по результатам замірів виконаних безпосередньо в досліді. Статистична обробка

цих даних дозволила розрахувати ймовірності  $\xi_{\{\eta \leq \pm h\}}$  для серійного і дослідного апарата, які представлені в табл. 1.

Отриманий результат по точності висіву, підрахований по формулі (1), відповідає бажаним даним на кращі зразки пневмомеханічних висівних апаратів. Це підтверджує доцільність рекомендації розробленого апарата до виробництва.

## 7. Висновки

1. Загальновизначеною тенденцією розвитку посівної техніки для вирощування просапних культур слід вважати розробку сівалок, що реалізують більш точний висів насіння, як фактор економії посівного матеріалу і підвищення врожайності. Перспективним для подальшого збільшення точності висіву є застосування пневмомеханічного апарата з дозатором направленої дії.

2. Ймовірність точності висіву дослідного апарата, як комплексний показник підвищення ефективності його використання, на 0,11 більше ніж у серійного Kleine Multicorn SK-8, що дозволяє стверджувати про ефективність використання запропонованої конструкції пневмомеханічного висівного апарата. Це свідчить про можливість покращити технологію сільськогосподарського виробництва на основі ресурсозбереження.

## Література

1. Васильковська К. В., Васильковський О. М. Вплив форми і типу комірок висівного диска на якість дозування насіння // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. 2014. Т. 6, № 7 (72). С. 33–36. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2014.29272>
2. Давидов Д. Ю., Петренко Д. І., Солових І. К. Нові підходи до посіву технічних культур // Збірник тез доповідей всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих учених «Досягнення та перспективи галузі сільськогосподарського виробництва». Кіровоград: КНТУ, 2015. С. 33–35.
3. Удосконалення конструкції пневматичного висівного апарата з метою покращення якості сівби / Косінов М. М., Амосов В. В., Мартиненко С. А., Кириченко А. М., Віннік О. Л. // Конструювання, експлуатація та виробництво сільськогосподарських машин. 2012. № 42. С. 194–198.
4. Дослідження модернізованої секції сівалки для прямої сівби зернових культур з одночасним внесенням рідких добрив / Свірень М. О., Амосов В. В., Кісільов Р. В., Орищенко С. Б., Козловський С. М. // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2015. № 45. С. 14–19.
5. Мартиненко С. А., Ауліна Т. М., Артеменко Д. Ю. Теоретичні дослідження роботи вібраційного висівного апарату // Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції. Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки. Кіровоград: КНТУ, 2015. С. 19–22.
6. Попик П. С. Определение условий сброса лишних семян пневмомеханическим высевным аппаратом с периферийным торцевым расположением присасывающих ячеек // Motrol: Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 2015. Vol. 17, Issue 3. P. 316–321.
7. Modern aspects of tilled crops productivity forecasting / Mostypan M. I., Vasylovskaya K. V., Andriyenko O. O., Reznichenko V. P. // INMATEH-Agricultural Engineering. 2017. Vol. 53, Issue 3. P. 35–40.
8. Zaburanna L., Gerasymchuk N. Optimization of agriculture production on the basis of resource saving strategy // Humanities and Social Sciences quarterly. 2014. doi: <https://doi.org/10.7862/rz.2014.hss.50>
9. Gerasymchuk N. Background of using renewable energy sources in order to ensure energy efficiency of Ukraine // Humanities and Social Sciences quarterly. 2017.
10. Герук С. М., Петриченко Є. А. Тенденції розвитку конструкцій посівних агрегатів // Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2014. № 1. С. 31–45.
11. Яцук О. В., Бойко О. В. Модернізація сівалки прямого точного посіву просапних культур // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. 2011. Т. 2, № 11. С. 62–67.
12. Обґрунтування параметрів посівної секції для прямої сівби зернових культур / Лузан О. Р., Сало В. М., Лузан П. Г., Лещенко С. М. // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. 2012. Т. 2, № 11. С. 217–222.

13. Пасхал Ю., Кулікова Л. Дослідження модернізованих сівалок типу УПС // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2013. № 17 (31). С. 167–175.
14. Сисолін П. В., Свірень М. О. Висівні апарати сівалок (еволюція конструкцій, розрахунки параметрів): пос. Кіровоград, 2004. 159 с.
15. Свірень М. О., Анісімов О. В., Солових І. К. Дослідження параметрів та режимів роботи пневмомеханічного висівного апарату надлишкового тиску з рециркулюючим потоком насіння // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. 2015. № 28. С. 223–229.
16. Технологічні основи проектування та виготовлення посівних машин: монографія / Гевко Б. М., Ляшук О. Л., Павельчук Ю. Ф. та ін. Тернопіль, 2014. 238 с.
17. Войтюк Д. Г. Гаврилюк Г. Р. Сільськогосподарські машини: підр. К.: «Каравела», 2004. 552 с.
18. Бойко А. І., Банний О. О., Попик П. С. Пневмомеханічний висівний апарат з поворотною коміркою висівного диска: Пат. № 90890 UA. № u201400807; заявл. 29.01.2014; опубл. 10.06.2014, Бюл. № 11.
19. ГОСТ 31345-2007. Сеялки тракторные. Методы испытаний. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2007. 57 с.
20. Методика оцінки якісних показників роботи висівних систем точного землеробства / Бойко А. І., Свірень М. О., Лещенко С. М., Банний О. О. // Технікотехнологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. 2011. Вип. 15 (29). С. 280–290.
21. Царенко О. М. Теоретичний аналіз розподілу рослин в рядку при точному висіві насіння: навч. пос. Суми, 2000. 248 с.

*Вплив строку збирання на якості бавовни-сирцю, а також на фізико-механічні властивості волокна, має величезне значення, так як від зрілості і засміченості бавовни залежить ефект очищення бавовни від сміття. Експериментальні дослідження проводилися в реальних польових умовах. Результати досліджень підтвердили, що час збирання істотно впливає на зрілість і якість бавовни-сирцю. Встановлено, що понад 60 % бавовни-сирцю зібраного при розкритті від 50 % до 60 % коробочок відповідає вимогам першого промислового сорту, тобто розривне навантаження волокна вище 4,5 гр. с. З огляду на той факт, що зрілий бавовна-сирець добре деформується, це призводить до підвищення очисного ефекту.*

*В результаті теоретичних досліджень визначені розпирні зусилля при деформації шару бавовни лопатями очищувача і проаналізовані форми деформованого шару бавовни-сирцю. Проведено оцінку пружних характеристик бавовни-сирцю і розрахунок розпирних зусиль. Для визначення чисельних значень сил тиску лопаті на потік бавовни-сирцю в коефіцієнті узагальнених властивостей матеріалу  $K$  величина  $V$  для бавовни-сирцю була прийнята в діапазоні 0,25–0,3.*

*Експерименти показали, що шар бавовни-сирцю товщиною від 170 до 380 мм і шириною 700 мм навантажувався зосередженою по лінії силою 3–10 кгс. Згідно з наведеними розрахунками встановлено, що 38,89 % часу в очищенні бавовни-сирцю бере участь одна лопать валика.*

*В результаті експериментальних і теоретичних досліджень отримані дані, які дозволяють організувати ефективну роботу очисних машин в бавовноочисній промисловості*

*Ключові слова: бавовна-сирець, розривне навантаження, очищувач великого сміття, бавовнозавод, зрілість бавовни сирцю, потік бавовни-сирцю, летучка бавовни-сирцю*

УДК 3326. 01

DOI: 10.15587/1729-4061.2018.143133

## ВЛИЯНИЕ УПРУГИХ ХАРАКТЕРИСТИК ХЛОПКА-СЫРЦА НА МЕХАНИКУ ПИТАЮЩИХ ВАЛИКОВ В ОЧИСТИТЕЛЯХ КРУПНОГО СОРА

**Ф. А. Велиев**

Доктор технических наук, профессор\*

E-mail: fazil-uzbek@mail.ru

**Р. А. Саилов**

Кандидат технических наук, доцент\*

E-mail: rahib.sailov@yandex.com

\*Кафедра технологических машин и  
оборудование отраслиАзербайджанский Государственный  
Университет Экономики (UNEC)

ул. Истиглялият, 6, г. Баку,

Азербайджан, AZ 1001

### 1. Введение

Разработка системы оценки равномерности питания очистителей и требований к характеристикам питающих

устройств имеет практический смысл для подготовки хлопка-сырца к основному технологическому процессу. Исследование механики процесса взаимодействия рабочих элементов питающих устройств со слоем транс-